(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0161756
(43) 공개일자 2023년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/07 (2006.01) *H02M 3/158* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/07 (2013.01)
H02M 1/0054 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2022-0061512
(22) 출원일자 2022년05월19일
심사청구일자 2022년05월19일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김재국
인천광역시 남동구 아암대로1503번길 21, 1005동 1704호(논현동, 에코메트로 10블록 한화 꿈에그린 아파트)
권대훈
인천광역시 미추홀구 한나루로463번길 112, 가동 101호(용현동, 정석빌라)
(74) 대리인
네이트특허법인

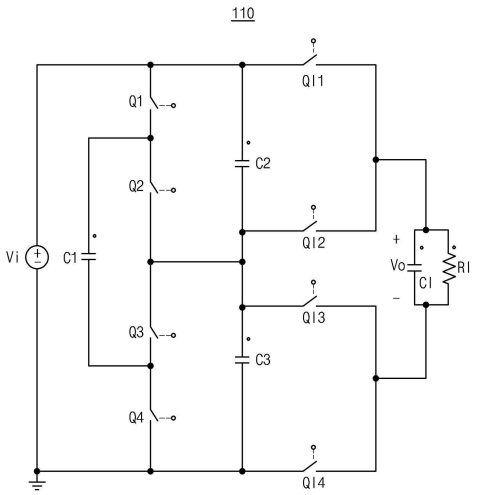
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **스위치드 커패시터 변환기**

(57) 요 약

본 발명은, 입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(2n+2)스위치와; 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제(2n+1) 및 제(2n+2)스위치 사이의 연결노드 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(n)커패시터와; 상기 입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터와; 상기 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터의 제1 또는 제2전극과 출력전압의 양극 또는 음극 사이에 연결되는 제1 내지 제(2n+2)부하스위치를 포함하는 스위치드 커패시터 변환기를 제공한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
H02M 3/072 (2021.05)
H02M 3/077 (2021.05)
H02M 3/1584 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711139703
과제번호	66000-1
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구
연구과제명	[Ezbaro] 연속적인 전압제어를 위한 고분해능 디지털 비자성체 전력변환장치 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2021.09.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(2n+2)스위치와;

상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제(2n+1) 및 제(2n+2)스위치 사이의 연결노드 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(n)커패시터와;

상기 입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터와;

상기 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터의 제1 또는 제2전극과 출력전압의 양극 또는 음극 사이에 연결되는 제1 내지 제(2n+2)부하스위치

를 포함하는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1부하스위치는 상기 제(n+1)커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제(q-1)부하스위치(q는 1 내지 (2n+2) 사이의 하나)는 상기 제(q)커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고,

상기 제(q)부하스위치는 상기 제(q)커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제(2n+2)부하스위치는 상기 제(2n+1)커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제1 내지 제(2n+2)스위치는 제1 내지 제4스위치를 포함하고,

상기 제1 내지 제(n)커패시터는 제1커패시터를 포함하고, 상기 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터는 제2 및 제3커패시터를 포함하고,

상기 제1 내지 제(2n+2)부하스위치는 제1 내지 제4부하스위치를 포함하는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제2커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 입력전압의 양극과 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제3커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드와 상기 입력전압의 음극에 연결되고,

상기 제1부하스위치는 상기 제2커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제2부하스위치는 상기 제2 및 제3커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제3부하스위치는 상기 제2 및 제3커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고,

상기 제4부하스위치는 상기 제3커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

제1출력상태에서 상기 제2 및 제4부하스위치가 온 되고 상기 제1 및 제3부하스위치가 오프 되어 상기 제3커패시터가 상기 출력전압을 공급하고,

제2출력상태에서 상기 제1 및 제3부하스위치가 온 되고 상기 제2 및 제4부하스위치가 오프 되어 상기 제2커패시터가 상기 출력전압을 공급하는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 내지 제(2n+2)스위치는 제1 내지 제6스위치를 포함하고,

상기 제1 내지 제(n)커패시터는 제1 및 제2커패시터를 포함하고, 상기 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터는 제3 내지 제5커패시터를 포함하고,

상기 제1 내지 제(2n+2)부하스위치는 제1 내지 제6부하스위치를 포함하는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제1커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제2커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드와 상기 제5 및 제6스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제3커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 입력전압의 양극과 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제4커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드와 상기 제4 및 제5스위치 사이의 연결노드에 연결되고,

상기 제5커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제4 및 제5스위치 사이의 연결노드와 상기 입력전압의 음극에 연결되고,

상기 제1부하스위치는 상기 제3커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제2부하스위치는 상기 제3 및 제4커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제3부하스위치는 상기 제3 및 제4커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고,

상기 제4부하스위치는 상기 제4 및 제5커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고,

상기 제5부하스위치는 상기 제4 및 제5커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고,

상기 제6부하스위치는 상기 제5커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되는 스위치드 커패시터 변환기.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

제1출력상태에서 상기 제1, 제2, 제3 및 제5부하스위치가 오프 되고 상기 제4 및 제6부하스위치가 온 되어 상기 제5커패시터가 상기 출력전압을 공급하고,

제2출력상태에서 상기 제1, 제3, 제4 및 제6부하스위치가 오프 되고 상기 제2 및 제5부하스위치가 온 되어 상기 제4커패시터가 상기 출력전압을 공급하고,

제3출력상태에서 상기 제2, 제4, 제5 및 제6부하스위치가 오프 되고 상기 제1 및 제3부하스위치가 온 되어 상기 제3커패시터가 상기 출력전압을 공급하는 스위치드 커패시터 변환기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스위치드 커패시터 변환기에 관한 것으로, 특히 다수의 커패시터로부터 출력단에 전력이 순환 공급되는 스위치드 커패시터 변환기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근에 전력변환장치의 전력밀도를 극대화 하기 위하여 자성체를 사용하지 않는 스위치드 커패시터 변환기(switched capacitor converter)가 널리 연구되고 있다.

[0003] 스위치드 커패시터 변환기는 다수의 스위치와 다수의 커패시터를 사용하여 출력단에 전력을 공급하는데, 다수의 스위치의 스위칭을 통하여 전압을 손쉽게 생성할 수 있고, 다수의 스위치의 전압 스트레스가 상대적으로 낮다는 장점이 있다.

[0004] 도 1은 종래의 벅 래더 타입 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면이다.

[0005] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래의 제1스위치드 커패시터 변환기(10)는 제1 내지 제3커패시터(C1 내지 C3)와 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)를 포함하고, 종래의 제2스위치드 커패시터 변환기(20)는 제1 내지 제5커패시터(C1 내지 C5)와 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6)를 포함하고, 종래의 제3스위치드 커패시터 변환기(30)는 제1 내지 제7커패시터(C1 내지 C7)와 제1 내지 제8스위치(Q1 내지 Q8)를 포함한다.

[0006] 제1스위치드 커패시터 변환기(10)에서, 직렬 연결되는 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제2 및 제3커패시터(C2, C3)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0007] 제1커패시터(C1)의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압(Vi)의 양극과 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음극에 연결된다.

[0008] 제2스위치드 커패시터 변환기(20)에서, 직렬 연결되는 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제1 및 제2커패시터(C1, C2)는 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드에 연결되고, 직렬 연결되는 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0009] 제1커패시터(C1)의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제1 및 제2전극은 각각 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드와 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압(Vi)의 양극과 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드에 연결되고, 제4커패시터(C4)의 제1 및 제2전극은 각각 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드와 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드에 연결되고, 제5커패시터(C5)의 제1 및 제2전극은 각각 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음

극에 연결된다.

[0010] 제3스위치드 커패시터 변환기(30)에서, 직렬 연결되는 제1 내지 제8스위치(Q1 내지 Q8)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제1 내지 제3커패시터(C1 내지 C3)는 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제7 및 제8스위치(Q7, Q8) 사이의 연결노드에 연결되고, 직렬 연결되는 제4 내지 제7커패시터(C4 내지 C7)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0011] 제1커패시터(C1)의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제1 및 제2전극은 각각 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드와 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드와 제7 및 제8스위치(Q7, Q8) 사이의 연결노드에 연결되고, 제4커패시터(C4)의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압(Vi)의 양극과 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드에 연결되고, 제5커패시터(C5)의 제1 및 제2전극은 각각 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드와 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드에 연결되고, 제6커패시터(C6)의 제1 및 제2전극은 각각 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드와 제6 및 제7스위치(Q6, Q7) 사이의 연결노드에 연결되고, 제7커패시터(C7)의 제1 및 제2전극은 각각 제6 및 제7스위치(Q6, Q7) 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음극에 연결된다.

[0012] 이러한 종래의 스위치드 커패시터 변환기에서는, 다수의 커패시터에 대한 충전이 서로 종속되어 진행되므로, 다수의 커패시터 중 선택된 하나로부터 출력단에 전력을 공급할 경우 다수의 커패시터 사이의 전압 불균형(unbalancing)이 발생할 수 있다.

[0013] 도 2는 종래의 벅 래더 타입의 제1스위치드 커패시터 변환기의 부하 연결상태를 도시한 도면이고, 도 3은 종래의 벅 래더 타입의 제1스위치드 커패시터 변환기의 입력전압, 커패시터 전압, 출력전압을 도시한 파형도이다.

[0014] 도 2에 도시한 바와 같이, 종래의 제1스위치드 커패시터 변환기(10)는 제1 내지 제3커패시터(C1 내지 C3)와 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)를 포함하고, 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)은 부하스위치(Q1)를 통하여 제3커패시터(C3)에 병렬로 연결된다.

[0015] 부하스위치(Q1)가 오프(off) 되어 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)이 제1스위치드 커패시터 변환기(10)에 연결되지 않은 경우, 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)의 스위칭(온 및 오프 동작)에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)가 각각 입력전압(Vi)의 1/2로 충전된다.

[0016] 부하스위치(Q1)가 온(on) 되어 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)이 제1스위치드 커패시터 변환기(10)의 제3커패시터(C3)에 연결된 경우, 제3커패시터(C3)로만 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)에 전력을 공급하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3) 사이에 전압 불균형이 발생한다.

[0017] 예를 들어, 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)이 제1스위치드 커패시터 변환기(10)에 연결되지 않은 경우, 약 100V의 입력전압(Vi)에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)는 각각 약 50V의 제2 및 제3커패시터전압(Vc2, Vc3)으로 충전된다.

[0018] 그리고, 도 3에 도시한 바와 같이, 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)이 제1스위치드 커패시터 변환기(10)에 연결된 경우, 제2커패시터(C2)의 제2커패시터전압(Vc2)은 약 57.5V의 평균값을 갖고, 제3커패시터(C3)의 제3커패시터전압(Vc3)은 약 42.5V의 평균값을 갖고, 그 결과 출력전압(Vo)은 약 42.5V의 평균값을 갖는다.

[0019] 즉, 제3커패시터(C3)로만 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)에 전력을 공급할 경우, 제2 및 제3커패시터(C2, C3) 사이에 전압 불균형이 발생하여 전력을 공급하는 제3커패시터(C3)의 제3커패시터전압(Vc3)이 감소하고, 그에 따라 출력전압(Vo)이 감소하여 정확도가 감소하는 문제가 있다.

[0020] 특히, 이러한 전압 불균형은 부하커패시터(Cl) 및 부하저항(Rl)이 커질수록 그 정도가 심해지고 출력전압(Vo)의 감소량이 증가하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명은, 상기한 문제점을 해결하고자 안출된 것으로, 다수의 부하스위치를 이용하여 다수의 커패시터가 부하에 전력을 순환 공급하도록 함으로써, 다수의 커패시터 사이의 전압 불균형이 개선되고 출력전압의 정확도가 향상되는 스위치드 커패시터 변환기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0022] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(2n+2)스위치와; 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제(2n+1) 및 제(2n+2)스위치 사이의 연결노드 사이에 직렬 연결되는 제1 내지 제(n)커패시터와; 상기 입력전압의 양극 및 음극 사이에 직렬 연결되는 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터와; 상기 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터의 제1 또는 제2전극과 출력전압의 양극 또는 음극 사이에 연결되는 제1 내지 제(2n+2)부하스위치를 포함하는 스위치드 커패시터 변환기를 제공한다.

[0023] 그리고, 상기 제1부하스위치는 상기 제(n+1)커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제(q-1)부하스위치(q는 1 내지 (2n+2) 사이의 하나)는 상기 제(q)커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고, 상기 제(q)부하스위치는 상기 제(q)커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제(2n+2)부하스위치는 상기 제(2n+1)커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제1 내지 제(2n+2)스위치는 제1 내지 제4스위치를 포함하고, 상기 제1 내지 제(n)커패시터는 제1커패시터를 포함하고, 상기 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터는 제2 및 제3커패시터를 포함하고, 상기 제1 내지 제(2n+2)부하스위치는 제1 내지 제4부하스위치를 포함할 수 있다.

[0025] 그리고, 상기 제1커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제2커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 입력전압의 양극과 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제3커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드와 상기 입력전압의 음극에 연결되고, 상기 제1부하스위치는 상기 제2커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제2부하스위치는 상기 제2 및 제3커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제3부하스위치는 상기 제2 및 제3커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고, 상기 제4부하스위치는 상기 제3커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결될 수 있다.

[0026] 또한, 제1출력상태에서 상기 제2 및 제4부하스위치가 온 되고 상기 제1 및 제3부하스위치가 오프 되어 상기 제3커패시터가 상기 출력전압을 공급하고, 제2출력상태에서 상기 제1 및 제3부하스위치가 온 되고 상기 제2 및 제4부하스위치가 오프 되어 상기 제2커패시터가 상기 출력전압을 공급할 수 있다.

[0027] 그리고, 상기 제1 내지 제(2n+2)스위치는 제1 내지 제6스위치를 포함하고, 상기 제1 내지 제(n)커패시터는 제1 및 제2커패시터를 포함하고, 상기 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터는 제3 내지 제5커패시터를 포함하고, 상기 제1 내지 제(2n+2)부하스위치는 제1 내지 제6부하스위치를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 제1커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제2커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제3 및 제4스위치 사이의 연결노드와 상기 제5 및 제6스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제3커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 입력전압의 양극과 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제4커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드와 상기 제4 및 제5스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 상기 제5커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 상기 제4 및 제5스위치 사이의 연결노드와 상기 입력전압의 음극에 연결되고, 상기 제1부하스위치는 상기 제3커패시터의 제1전극과 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제2부하스위치는 상기 제3 및 제4커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제3부하스위치는 상기 제3 및 제4커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고, 상기 제4부하스위치는 상기 제4 및 제5커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 상기 제5부하스위치는 상기 제4 및 제5커패시터 사이의 연결노드와 상기 출력전압의 음극 사이에 연결되고, 상기 제6부하스위치는 상기 제5커패시터의 제2전극과 상기 출력전압의 음극 사이에 연결될 수 있다.

[0029] 그리고, 제1출력상태에서 상기 제1, 제2, 제3 및 제5부하스위치가 오프 되고 상기 제4 및 제6부하스위치가 온 되어 상기 제5커패시터가 상기 출력전압을 공급하고, 제2출력상태에서 상기 제1, 제3, 제4 및 제6부하스위치가 오프 되고 상기 제2 및 제5부하스위치가 온 되어 상기 제4커패시터가 상기 출력전압을 공급하고, 제3출력상태에서 상기 제2, 제4, 제5 및 제6부하스위치가 오프 되고 상기 제1 및 제3부하스위치가 온 되어 상기 제3커패시터가 상기 출력전압을 공급할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명은, 다수의 부하스위치를 이용하여 다수의 커패시터가 부하에 전력을 순환 공급하도록 함으로써, 다수의 커패시터 사이의 전압 불균형이 개선되고 출력전압의 정확도가 향상되는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 종래의 벅 래더 타입 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면.

도 2는 종래의 벅 래더 타입의 제1스위치드 커패시터 변환기의 부하 연결상태를 도시한 도면.

도 3은 종래의 벅 래더 타입의 제1스위치드 커패시터 변환기의 입력전압, 커패시터 전압, 출력전압을 도시한 파형도.

도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면.

도 5a 및 도 5b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기의 제1 및 제2출력상태를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기의 입력전압, 커패시터전압, 출력전압을 도시한 파형도.

도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 본 발명의 구체적인 내용을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0033] 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면이다.

[0034] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 벅 래더(buck ladder) 타입의 스위치드 커패시터 변환기(110)는, 제1 내지 제3커패시터(C1 내지 C3), 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4), 제1 내지 제4부하스위치(Q11 내지 Q14)를 포함한다.

[0035] 직렬 연결되는 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제2 및 제3커패시터(C2, C3)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0036] 제1커패시터(C1)의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압(Vi)의 양극과 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음극에 연결된다.

[0037] 제1부하스위치(Q11)는 제2커패시터(C2)의 제1전극과 출력전압(Vo)의 양극 사이에 연결되고, 제2부하스위치(Q12)는 제2 및 제3커패시터(C2, C3) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 양극 사이에 연결되고, 제3부하스위치(Q13)는 제2 및 제3커패시터(C2, C3) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 음극 사이에 연결되고, 제4부하스위치(Q14)는 제3커패시터(C3)의 제2전극과 출력전압(Vo)의 음극 사이에 연결된다.

[0038] 즉, 제2커패시터(C2)의 제1전극은 제1부하스위치(Q11)를 통하여 출력전압(Vo)의 양극에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제2전극과 제3커패시터(C3)의 제1전극은 제2부하스위치(Q12)를 통하여 출력전압(Vo)의 양극에 연결되고 제3부하스위치(Q13)를 통하여 출력전압(Vo)의 음극에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제2전극은 출력전압(Vo)의 음극에 연결된다.

[0039] 병렬 연결되는 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1 및 제2전극은 각각 출력전압(Vo)의 양극 및 음극을 구성한다.

[0040] 이러한 스위치드 커패시터 변환기(110)에서는, 제1 내지 제4스위치(Q1 내지 Q4)의 스위칭에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)를 충전한 후, 제1 내지 제4부하스위치(Q11 내지 Q14)의 스위칭에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)가 교대로 전력을 공급할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.

[0041] 도 5a 및 도 5b는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기의 제1 및 제2출력상태를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기의 입력전압, 커패시터전압, 출력전압을 도시한 파형도로서, 도 4를 함께 참조하여 설명한다.

[0042] 도 5a에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기(110)의 제1출력상태에서는, 제1 및 제3부하스위치(Q11, Q13)가 오프(off) 되고 제2 및 제4부하스위치(Q12, Q14)가 온(on) 되어, 제3커패시터(C3)의 제1전극이 제2부하스위치(Q12)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1전극에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제2전극이 제4부하스위치(Q14)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제2전극에 연결된다.

[0043] 이에 따라, 제1출력상태에서는, 제3커패시터(C3)가 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급한다.

[0044] 도 5b에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기(110)의 제2출력상태에서는, 제1 및 제3부하스위치(Q11, Q13)가 온 되고 제2 및 제4부하스위치(Q12, Q14)가 오프 되어, 제2커패시터(C2)의 제1전극이 제1부하스위치(Q11)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1전극에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제2전극이 제3부하스위치(Q13)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제2전극에 연결된다.

[0045] 이에 따라, 제2출력상태에서는, 제2커패시터(C2)가 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급한다.

[0046] 예를 들어, 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)이 스위치드 커패시터 변환기(110)에 연결되지 않은 경우, 약 100V의 입력전압(Vi)에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)는 각각 약 50V의 제2 및 제3커패시터전압(Vc2, Vc3)으로 충전된다.

[0047] 그리고, 도 6에 도시한 바와 같이, 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)이 스위치드 커패시터 변환기(110)에 연결된 경우, 제2커패시터(C2)의 제2커패시터전압(Vc2)은 약 50V의 평균값을 갖고, 제3커패시터(C3)의 제3커패시터전압(Vc3)은 약 50V의 평균값을 갖고, 그 결과 출력전압(Vo)은 약 50V의 평균값을 갖는다.

[0048] 즉, 본 발명의 제1실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기(110)에서는, 제1 내지 제4부하스위치(Q11 내지 Q14)의 스위칭에 의하여 제2 및 제3커패시터(C2, C3)가 순환적으로(교대로) 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급(교번동작)하므로, 제2 및 제3커패시터(C2, C3) 사이의 전압 불균형이 최소화 되고 출력전압(Vo)의 정확도가 향상된다.

[0049] 한편, 다른 실시예에서는 커패시터와 부하커패시터의 개수가 증가된 경우에도 부하커패시터를 교번동작 할 수 있는데, 이를 도면을 참조하여 설명한다.

[0050] 도 7은 본 발명의 제2실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기를 도시한 도면으로, 제1실시예와 동일한 부분에 대한 설명은 생략한다.

[0051] 도 7에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 벅 래더(buck ladder) 타입의 스위치드 커패시터 변환기(210)는, 제1 내지 제5커패시터(C1 내지 C5), 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6), 제1 내지 제6부하스위치(Q11 내지 Q14)를 포함한다.

[0052] 직렬 연결되는 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제1 및 제2커패시터(C1, C2)는 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5)는 입력전압(Vi)의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0053] 제1커패시터(C1)의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치(Q1, Q2) 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드에 연결되고, 제2커패시터(C2)의 제1 및 제2전극은 각각 제3 및 제4스위치(Q3, Q4) 사이의 연결노드와 제5 및 제6스위치(Q5, Q6) 사이의 연결노드에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압(Vi)의 양극과 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드에 연결되고, 제4커패시터(C4)의 제1 및 제2전극은 각각 제2 및 제3스위치(Q2, Q3) 사이의 연결노드와 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드에 연결되고, 제5커패시터(C3)의 제1 및 제2전극은 각각 제4 및 제5스위치(Q4, Q5) 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음극에 연결된다.

[0054] 제1부하스위치(Q11)는 제3커패시터(C3)의 제1전극과 출력전압(Vo)의 양극 사이에 연결되고, 제2부하스위치(Q12)는 제3 및 제4커패시터(C3, C4) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 양극 사이에 연결되고, 제3부하스위치(Q13)는 제3 및 제4커패시터(C3, C4) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 음극 사이에 연결되고, 제4부하스위치(Q14)는 제4 및 제5커패시터(C4, C5) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 양극 사이에 연결되고, 제5부하스위치(Q15)는 제4 및 제5커패시터(C4, C5) 사이의 연결노드와 출력전압(Vo)의 음극 사이에 연결되고, 제6부하스위치

(Q16)는 제5커패시터(C3)의 제2전극과 출력전압(Vo)의 음극 사이에 연결된다.

[0055] 즉, 제3커패시터(C3)의 제1전극은 제1부하스위치(Q11)를 통하여 출력전압(Vo)의 양극에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제2전극과 제4커패시터(C4)의 제1전극은 제2부하스위치(Q12)를 통하여 출력전압(Vo)의 양극에 연결되고 제3부하스위치(Q13)를 통하여 출력전압(Vo)의 음극에 연결되고, 제4커패시터(C4)의 제2전극과 제5커패시터(C5)의 제1전극은 제4부하스위치(Q14)를 통하여 출력전압(Vo)의 양극에 연결되고 제5부하스위치(Q15)를 통하여 출력전압(Vo)의 음극에 연결되고, 제5커패시터(C5)의 제2전극은 제6부하스위치(Q16)를 통하여 출력전압(Vo)의 음극에 연결된다.

[0056] 병렬 연결되는 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1 및 제2전극은 각각 출력전압(Vo)의 양극 및 음극을 구성한다.

[0057] 이러한 스위치드 커패시터 변환기(110)에서는, 제1 내지 제6스위치(Q1 내지 Q6)의 스위칭에 의하여 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5)를 충전한다.

[0058] 이후, 제1 내지 제6부하스위치(Q11 내지 Q16)의 스위칭에 의하여 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5)가 교대로 전력을 공급한다.

[0059] 즉, 제1출력상태에서는, 제1, 제2, 제3, 제5부하스위치(Q11, Q12, Q13, Q15)가 오프 되고 제4, 제6부하스위치(Q14, Q16)가 온 되어, 제5커패시터(C5)의 제1전극이 제5부하스위치(Q15)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1전극에 연결되고, 제5커패시터(C5)의 제2전극이 제6부하스위치(Q16)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제2전극에 연결된다.

[0060] 이에 따라, 제1출력상태에서는, 제5커패시터(C5)가 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급한다.

[0061] 제2출력상태에서는, 제1, 제3, 제4, 제6부하스위치(Q11, Q13, Q14, Q16)가 오프 되고 제2, 제5부하스위치(Q12, Q15)가 온 되어, 제4커패시터(C4)의 제1전극이 제2부하스위치(Q12)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1전극에 연결되고, 제4커패시터(C4)의 제2전극이 제5부하스위치(Q15)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제2전극에 연결된다.

[0062] 이에 따라, 제2출력상태에서는, 제4커패시터(C4)가 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급한다.

[0063] 제3출력상태에서는, 제2, 제4, 제5, 제6부하스위치(Q12, Q14, Q15, Q16)가 오프 되고 제1, 제3부하스위치(Q11, Q13)가 온 되어, 제3커패시터(C3)의 제1전극이 제1부하스위치(Q11)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제1전극에 연결되고, 제3커패시터(C3)의 제2전극이 제3부하스위치(Q13)를 통하여 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)의 제2전극에 연결된다.

[0064] 이에 따라, 제3출력상태에서는, 제3커패시터(C3)가 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급한다.

[0065] 즉, 본 발명의 제2실시예에 따른 스위치드 커패시터 변환기(210)에서는, 제1 내지 제6부하스위치(Q11 내지 Q16)의 스위칭에 의하여 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5)가 순환적으로(교대로) 부하커패시터(C1) 및 부하저항(R1)에 출력전압(Vo)을 공급(교번동작)하므로, 제3 내지 제5커패시터(C3 내지 C5) 사이의 전압 불균형이 최소화되고 출력전압(Vo)의 정확도가 향상된다.

[0066] 제1 및 제2실시예에서는 각각 단일 스테이지(single-stage) 및 이중 스테이지(double-stage)의 스위치드 커패시터 변환기(110, 210)를 예로 들었는데, 다른 실시예에서는 다중 스테이지(multi-stage)의 스위치드 커패시터 변환기로 확장할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 다중 스테이지의 스위치드 커패시터 변환기는, 제1 내지 제(2n+1)커패시터, 제1 내지 제(2n+2)스위치, 제1 내지 제(2n+1)부하스위치를 포함한다. 여기서, n은 1 이상의 자연수이다.

[0068] 직렬 연결되는 제1 내지 제(2n+2)스위치는 입력전압의 양극 및 음극 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제1 내지 제(n)커패시터는 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 제(2n+1) 및 제(2n+2)스위치 사이의 연결노드 사이에 연결되고, 직렬 연결되는 제(n+1) 및 제(2n+1)커패시터는 입력전압의 양극 및 음극 사이에 연결된다.

[0069] 구체적으로, 제1커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 제1 및 제2스위치 사이의 연결노드와 제3 및 제4스위치 사이

의 연결노드에 연결되고, 제n커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 제(2n-1) 및 제(2n)스위치 사이의 연결노드와 제(2n+1) 및 제(2n+2)스위치 사이의 연결노드에 연결된다.

[0070] 제(n+1)커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 입력전압의 양극과 제2 및 제3스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 제(p)커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 제(p-2) 및 제(p-1)스위치 사이의 연결노드와 제(p) 및 제(p+1)스위치 사이의 연결노드에 연결되고, 제(2n+1)커패시터의 제1 및 제2전극은 각각 제(2n) 및 제(2n+1)스위치 사이의 연결노드와 입력전압(Vi)의 음극에 연결된다. 여기서, p는 (n+2) 내지 (2n) 사이의 하나이다.

[0071] 제1부하스위치는 제(n+1)커패시터의 제1전극과 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 제(q-1)부하스위치는 제(q)커패시터의 제1전극과 출력전압의 음극 사이에 연결되고, 제(q)부하스위치는 제(q)커패시터의 제2전극과 출력전압의 양극 사이에 연결되고, 제(2n+2)부하스위치는 제(2n+1)커패시터의 제2전극과 출력전압의 음극 사이에 연결된다. 여기서, q는 1 내지 (2n+2) 사이의 하나이다.

[0072] 이러한 스위치드 커패시터 변환기에서는, 제1 내지 제(2n+2)스위치의 스위칭에 의하여 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터를 충전하고, 이후 제1 내지 제(2n+2)부하스위치의 스위칭에 의하여 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터가 교대로 출력전압을 공급한다.

[0073] 이에 따라, 제(n+1) 내지 제(2n+1)커패시터 사이의 전압 불균형이 최소화 되고 출력전압의 정확도가 향상된다.

[0074] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0075] 110: 스위치드 커패시터 변환기 Vi: 입력전압

Q1 내지 Q4: 제1 내지 제4스위치 C1 내지 C3: 제1 내지 제3커패시터

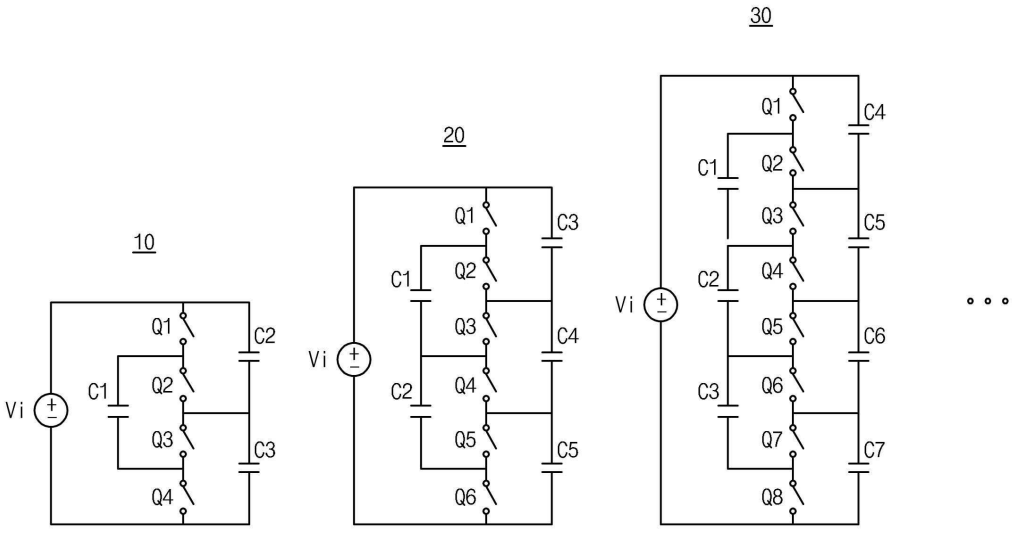
Q11 내지 Q14: 제1 내지 제4부하스위치

C1: 부하커패시터 R1: 부하저항

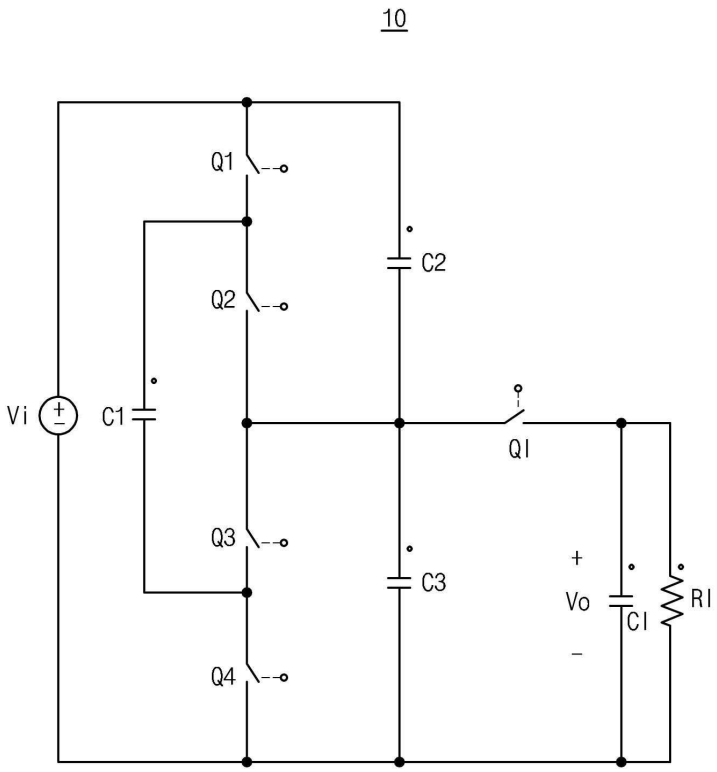
Vo: 출력전압

도면

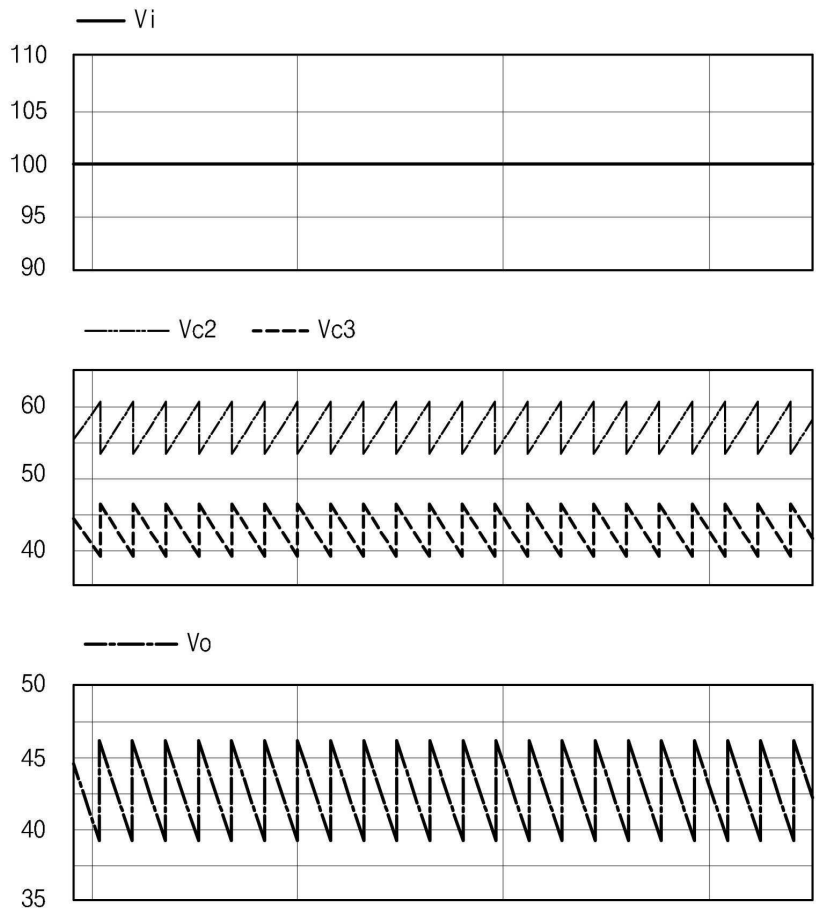
도면1



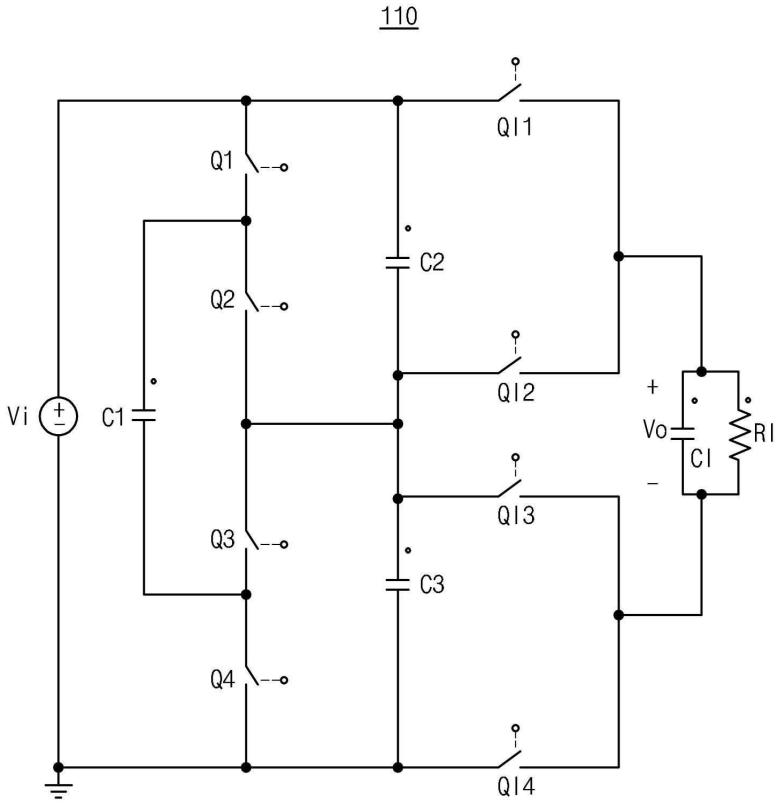
도면2



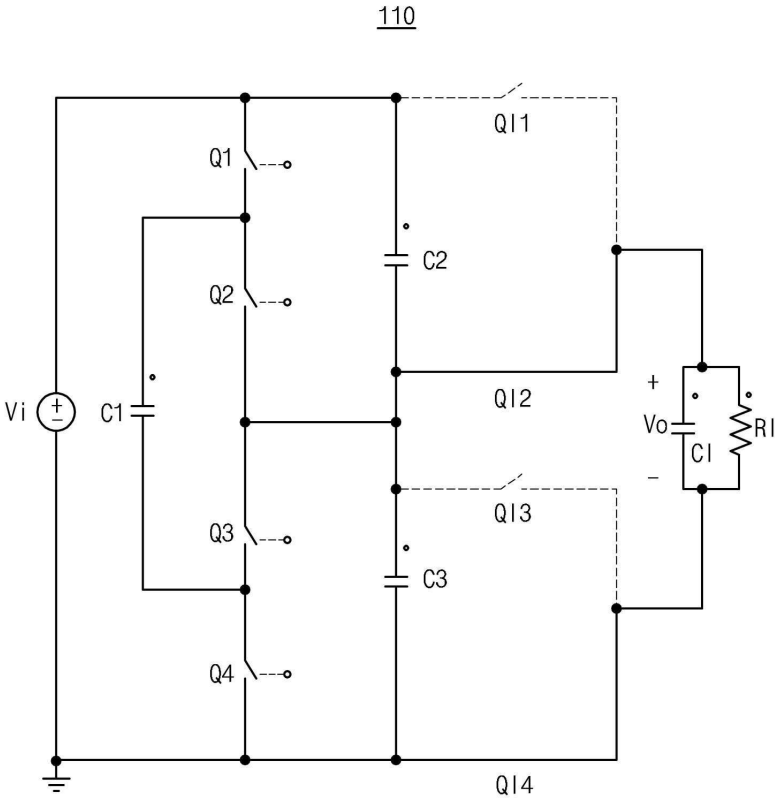
도면3



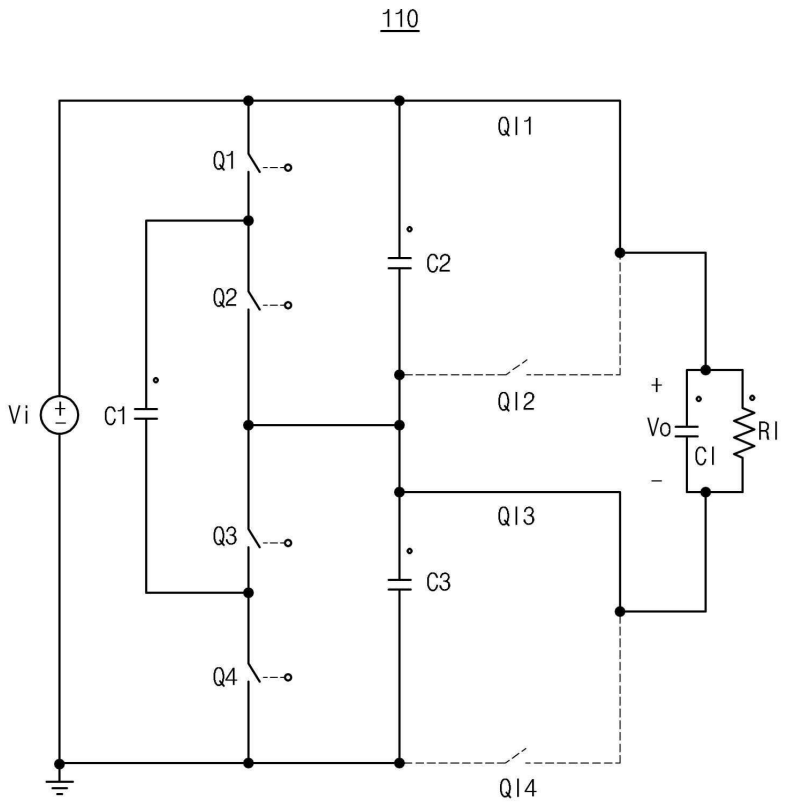
도면4



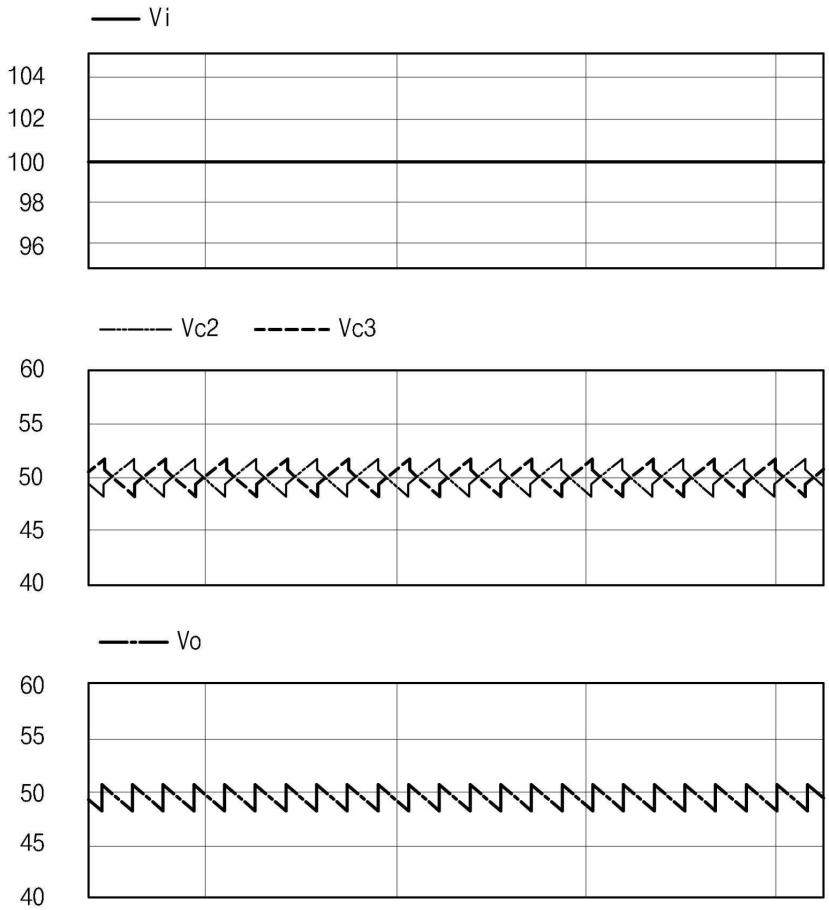
도면5a



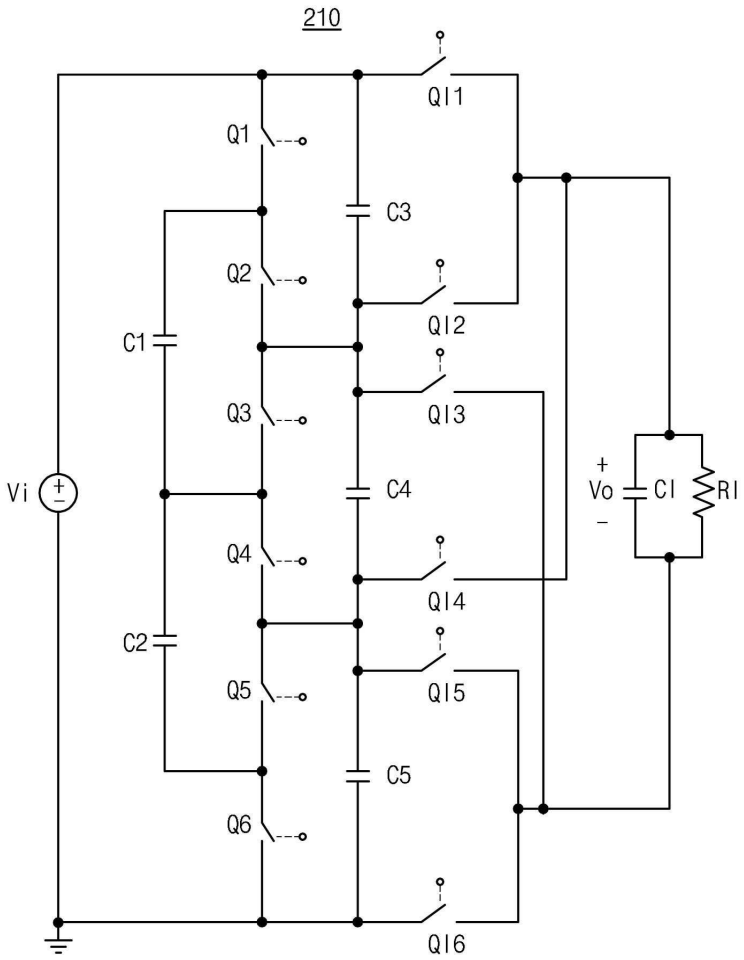
도면5b



도면6



도면7


210
QI1
Q1
C3
Q2
QI2
C1
Q3
QI3
Vi
C4
Vo
CI
RI
Q4
QI4
C2
Q5
QI5
C5
Q6
QI6